

PENGARUH RASIO JARAK AGREGAT TERHADAP KUAT TEKAN BETON MORTAR

Bayu Asmoro, Moh. Wahyudi
Han Ay Lie ^{*)}, Purwanto

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang 50239,
Telp.: (024) 7474770, Fax.: (024) 7460060

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio jarak agregat terhadap kuat tekan beton mortar. Dalam penelitian ini, digunakan agregat batu berbentuk silinder diameter 2 cm dan tinggi 5 cm yang berjumlah 2 yang tertanam pada benda uji beton mortar berbentuk kubus dengan ukuran 10x10x5 cm dengan variasi posisi agregat batu vertikal dan horizontal dengan rasio jarak 4 cm dan 3 cm dari pusat titik berat agregat. Pembuatan benda uji beton mortar yang menggunakan *ordinary Portland cement* (OPC) memakai perbandingan 1 Pc: 2,75 Ps dengan fas 0,485 sesuai standar ASTM C 109 (*Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars*).

Pengujian dilakukan dengan alat uji pada mesin *compression test* yaitu menggunakan Hung Ta dengan *out put* data kuat tekan dan *displacement* melalui pembacaan data *logger*. Penelitian ini membuktikan bahwa benda uji beton mortar dengan rasio jarak agregat 4 cm pada posisi horizontal mempunyai nilai kuat tekan yang paling tinggi dibandingkan dengan variasi yang lain. Sedangkan pola retak yang terjadi adalah dari ujung atas ke ujung bawah (*columnar*) dan retak mengikuti kontur tegangan tekan dan tegak lurus tegangan tarik.

Kata kunci : Agregat, Mortar, Beton Mortar, kuat tekan, tegangan-regangan, pola retak.

ABSTRACT

In this research used aggregate with the diameter of 2 cm and height of 5 cm, with the number of 2, is being plant to a mortar concrete, That have a cube and 10 x10 x5cm size, with the position of the aggregate is being variant from vertical to horizontal planted with the ratio of the distance between the two aggregate is 4 cm and 3 cm from its center of gravity point. Making mortarconcrete specimens using Ordinary Portland Cement (OPC) using the comparison 1 Pc: 2.75 of sand and 0.485 of water cement ratio conforming with ASTM C 109 (Compressive Strength of Hydraulic Cement mortars) standard.

The Test is being held with used of compression test which is Hung Ta with the compressive and displacement data out put is being recorded by data logger and LVDT (Linear Variable Displacement Transducer). The results from research show how different ratio of the distance affect the compressive strength. Specimen with the 4 cm distance ratio horizontal position has highest value strength of concrete mortar. The crack of model is columnar crack following contour compressive stress and perpendicular tensile stress.

^{*)} Penulis korespondensi, Email: Hanaylie@indosat.net.id

Keywords : Agreggate, mortar, mortar concrete, compressive strength, stress-strain, model of crack

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton adalah suatu material heterogen yang sangat kompleks dimana reaksi terhadap tegangan tidak hanya tergantung dari reaksi komponen individu tetapi juga interaksi antar komponen. Komponen agregat secara umum menempati 70 – 80% dari volume beton. Oleh sebab itu karekteristik agregat sangat mempengaruhi sifat atau kualitas beton.

Maksud dan Tujuan

Untuk mengetahui pengaruh rasio jarak agregat terhadap kuat tekan beton mortar, perilaku hubungan tegangan - *displacement* beton mortar dan pola retak benda uji dengan variasi rasio jarak agregat yang berbeda.

Melalui penelitian dapat diketahui gambaran rasio jarak agregat yang memberikan nilai kuat tekan beton mortar yang maksimal dan pola retak yang terjadi pada benda uji ketika pengujian *compression test*.

Batasan Penelitian

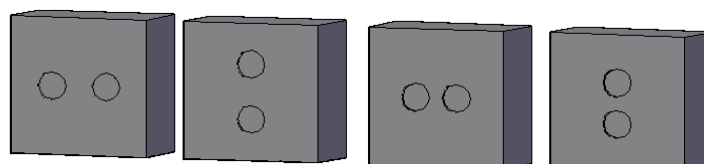
Batasan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Jumlah total benda uji beton mortar sebanyak 24 dengan ukuran 10 x 10 x 5 cm tertanam 2 agregat batu yang berbentuk silinder diameter 2 cm dengan variasi rasio jarak agregat 3 cm dan 4 cm pada posisi vertikal maupun horizontal
2. Pengujian kekuatan tekan beton mortar menggunakan *Compression Test Machine* merek Hung Ta.
3. Umur benda uji ditetapkan umur 28 hari dan Perawatan benda uji dilakukan dengan direndam dalam air.
4. *Software* yang digunakan untuk simulasi tegangan adalah *SAP 2000*.

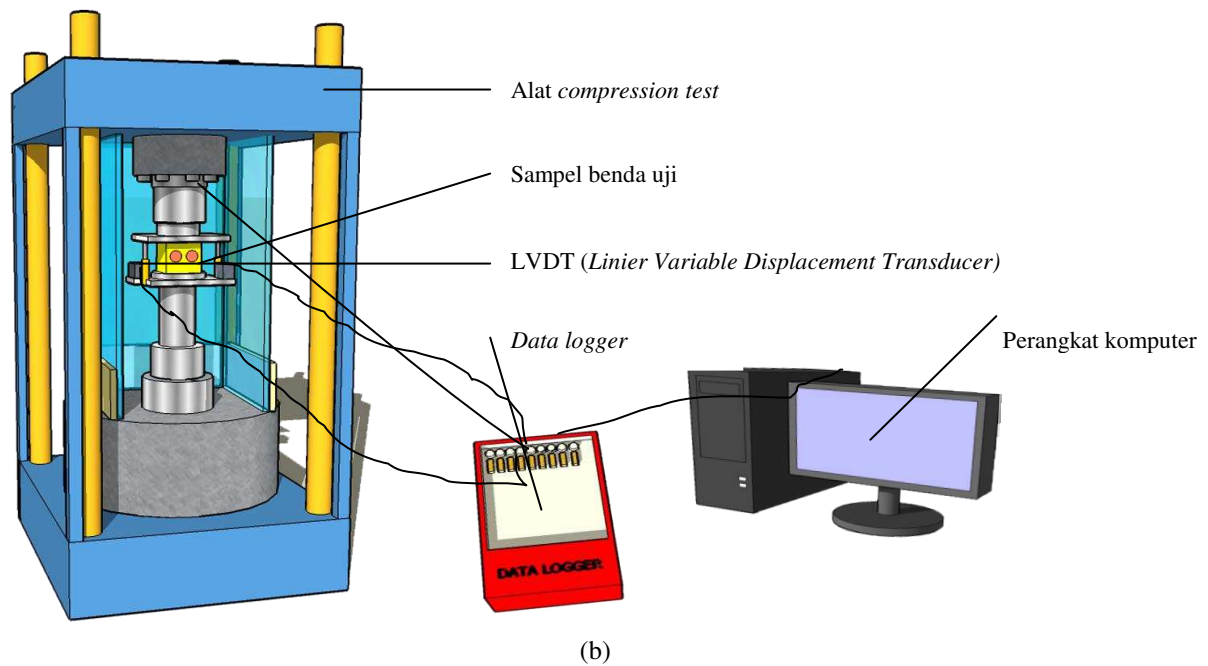
METODOLOGI PENELITIAN

Adapun metodologi dalam penelitian ini, antara lain:

1. Simulasi numerik untuk menentukan tegangan yang terjadi pada benda uji dengan menggunakan bantuan program *SAP 2000*.



(a)



Gambar 1. (a) Model benda uji
(b) set up pengujian alat

2. Penelitian dilakukan *full scale* di laboratorium dengan membuat benda uji beton mortar.
3. Variabel yang diamati adalah kuat tekan beton mortar, *displacement*, dan pola retak.
4. Pengujian dilakukan dengan alat uji pada mesin *compression test* yaitu menggunakan Hung Ta dengan *out put* data kuat tekan dan *displacement* melalui pembacaan data *logger*.
5. Validasi data hasil penelitian di labotarorium dengan data hasil permodelan benda uji dengan bantuan program SAP 2000.

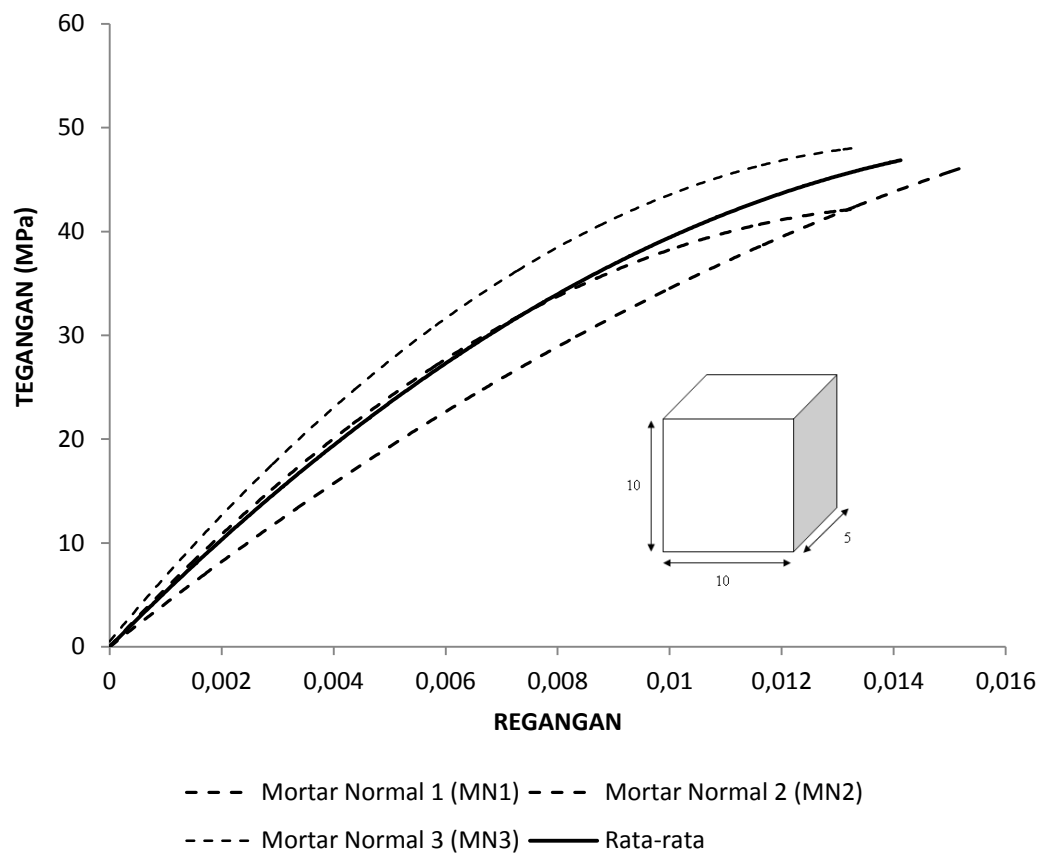
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian

1. Pengujian Mortar Normal

Tabel 1. Resume Kuat Tekan Benda Uji Mortar Normal

Substitusi	MN1	MN2	MN3	Rata-rata
Kuat Tekan (Mpa)	42.31	51.01	48.04	47.12

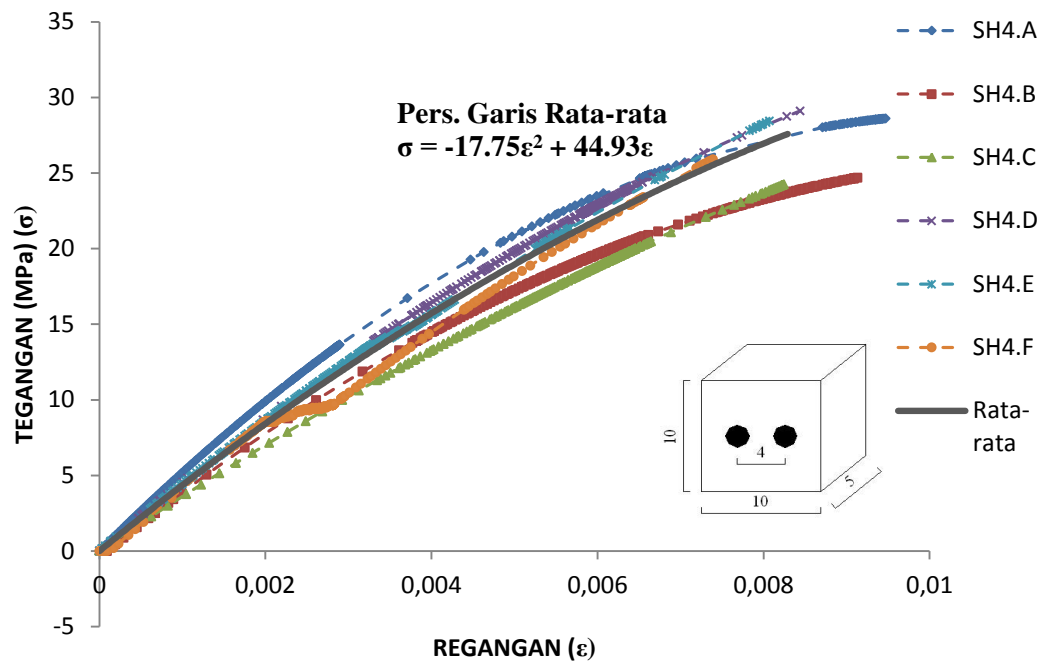


Gambar 2 Kurva Tegangan – Regangan Mortar Normal
(Sumber : Ir. Han Ay Lie, M. Eng, dkk)

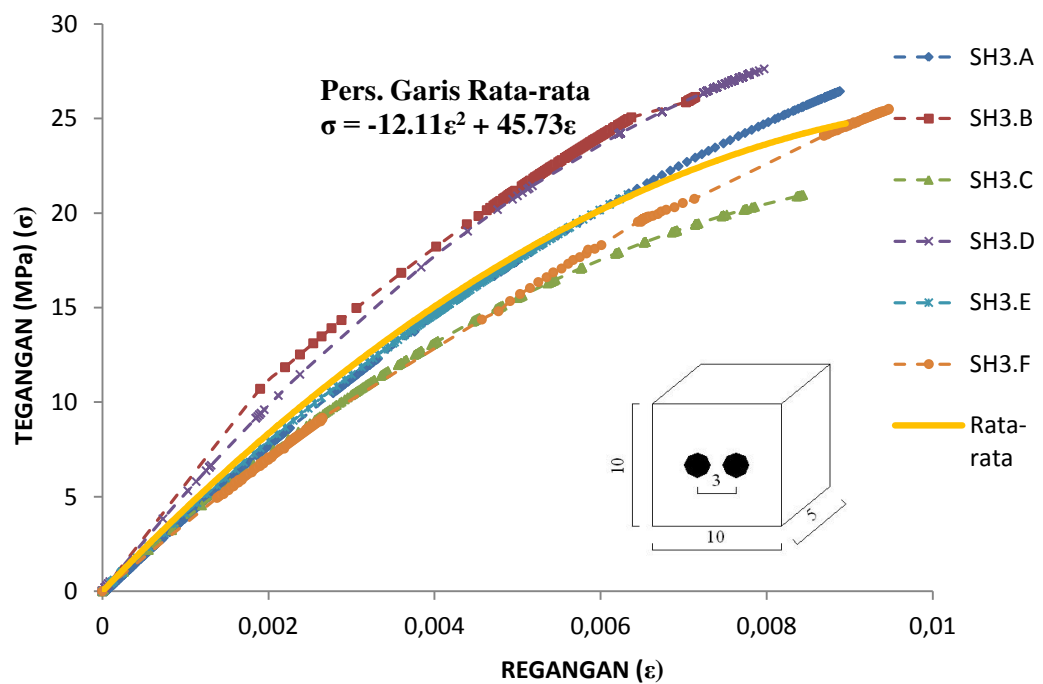
2. Pengujian Kuat Tekan Beton Mortar

Tabel 2. Resume Kuat Tekan Benda Uji Mortar Normal

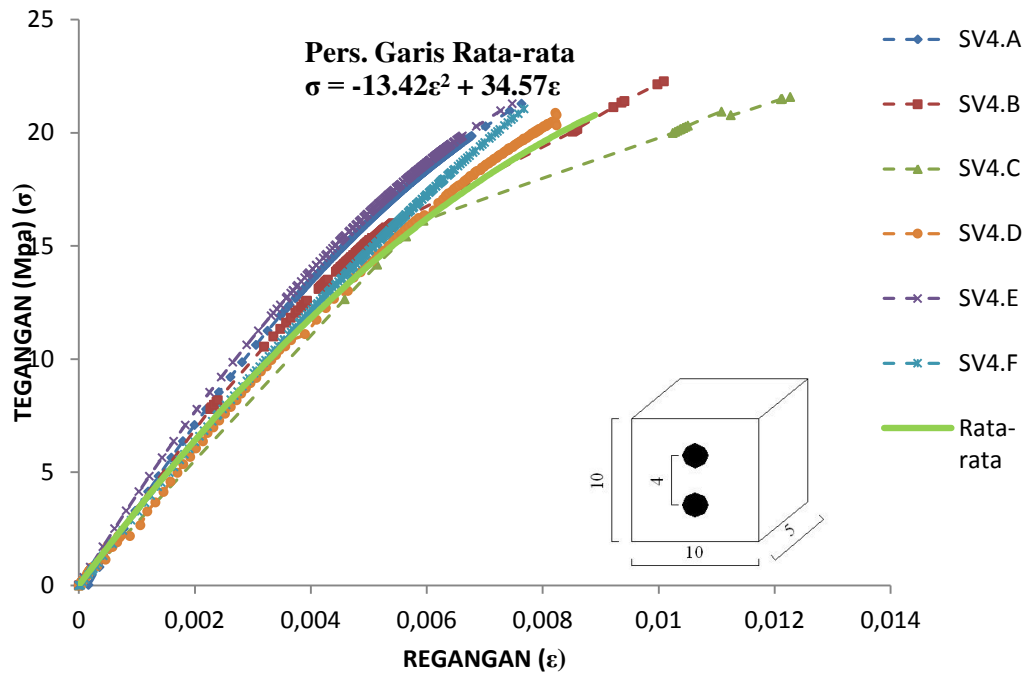
Substitusi	SH4	SV4	SH3	SV3
Kuat Tekan (Mpa)	31.44	20.88	29.99	24.75
	31.02	18.31	26.13	26
	21.87	22.27	27.62	22.77
	28.44	17.06	18.97	17.82
	24.65	21.58	20.95	21.48
	22.63	21.05	25.50	22.96
Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	26.68	20.19	24.86	22.63



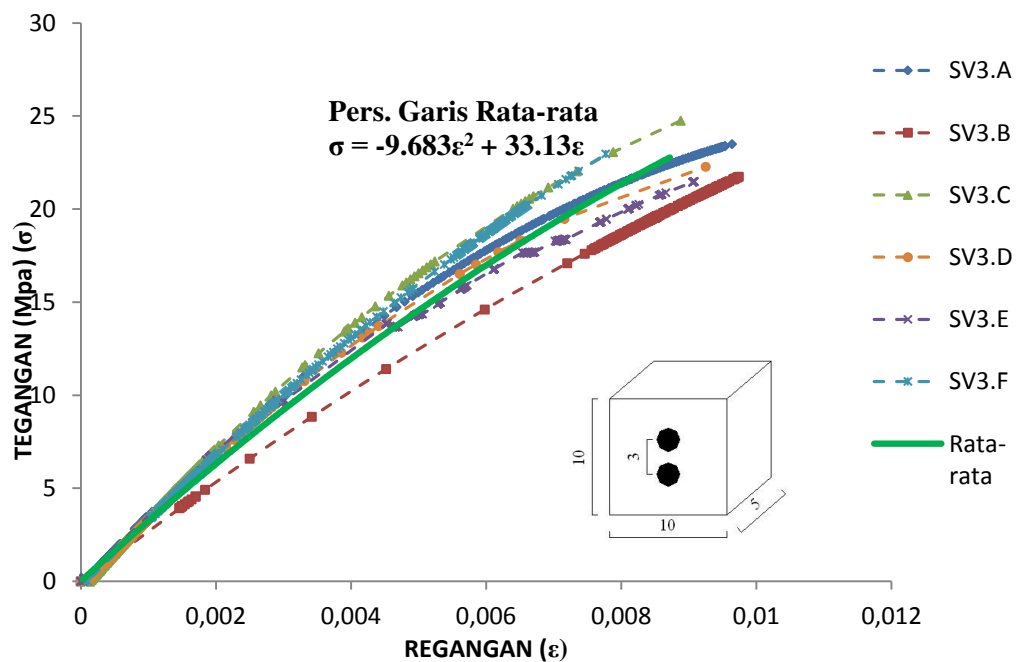
Gambar 3 Kurva Tegangan - Regangan Beton Mortar SH4



Gambar 4 Kurva Tegangan - Regangan Beton Mortar SH3

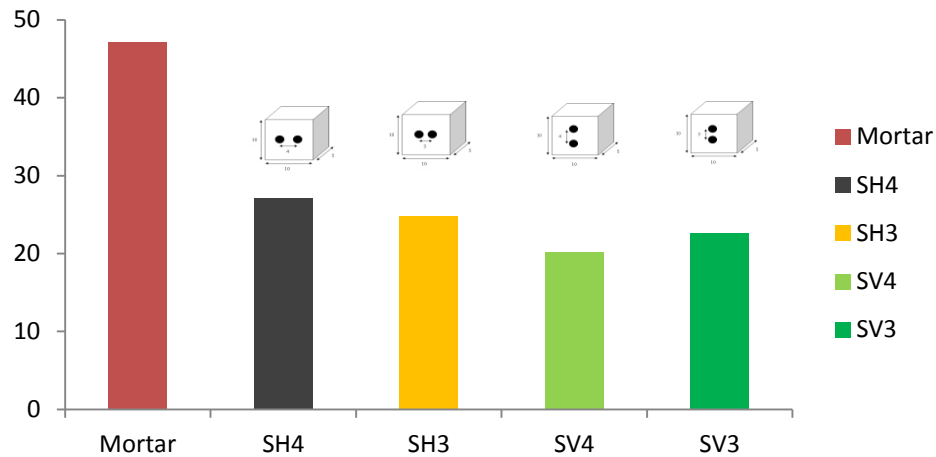


Gambar 5 Kurva Tegangan – Regangan Beton Mortar SV3



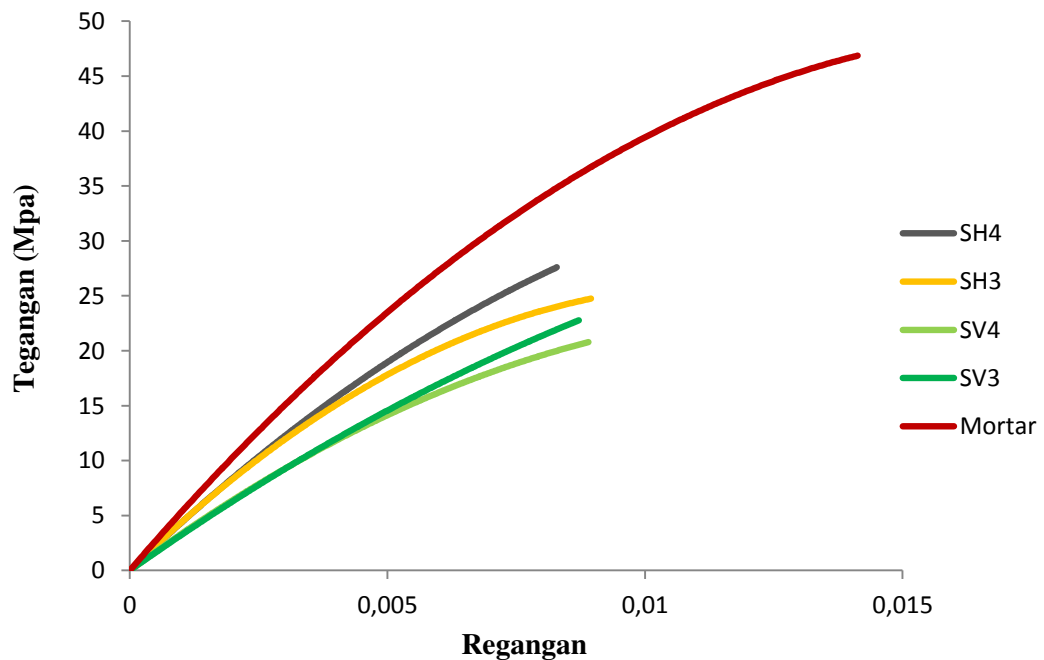
Gambar 6 Kurva Tegangan – Regangan Beton Mortar SV3

Pada hasil pengujian test kuat tekan untuk 4 variasi benda uji seperti ditunjukkan pada tabel 2 diperoleh data benda uji yang memiliki nilai kuat tekan tertinggi adalah pada tipe benda uji SH4. Sedangkan benda uji SV4 mempunyai nilai kuat tekan paling rendah diantara benda uji yang lain dan benda uji SV3 mempunyai nilai kuat tekan lebih tinggi dari pada SH3.



Gambar 7 Perbandingan Kuat Tekan Mortar dan Beton Mortar SH4, SH3, SV4, SV3

Dari gambar 7 dapat diketahui bahwa mortar memiliki nilai kuat tekan yang tertinggi dibanding benda uji beton yang tertanam agregat batu. Sehingga dapat disimpulkan apabila mortar normal dan material agregat batu dicampur sehingga membentuk benda uji beton mortar, maka kekuatan tekannya akan menurun. Hal ini terjadi karena pengaruh ITZ (*Interfacial Transition Zone*) pada mortar lebih kecil dibanding benda uji beton mortar. Perbedaan berat jenis mortar dan agregat batu juga berpengaruh terhadap penurunan nilai kuat tekan benda uji SH4, SH3, SV4, dan SV3. Selain itu, agregat batu yang tertanam pada benda uji SH4, SH3, SV4, dan SV3 membuat benda uji tersebut selain memikul beban luar juga memikul beban tambahan dari agregat batu itu sendiri. Sedangkan pada benda uji mortar, beban yang dipikul lebih kecil dibanding benda uji SH4, SH3, SV4, dan SV3 sehingga mortar mempunyai nilai kuat tekan lebih tinggi.



Gambar 8. Kurva Tegangan-Regangan Rata-rata Benda Uji Beton Mortar dan Mortar Normal

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa mortar mempunyai nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji SH4, SH3, SV4, dan SV3. Mortar memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji SH4, SH3, SV4,

dan SV3. Sedangkan Benda uji SH4 dan SH3 mempunyai modulus elastisitas lebih tinggi dibanding SV4 dan SV3. Dari 4 variasi sampel benda uji beton mortar, benda uji SH4 mempunyai nilai kuat tekan tertinggi dan benda uji SV4 mempunyai nilai kuat tekan terendah diantara sampel benda uji beton mortar.

Pada benda uji beton mortar dengan posisi agregat batu tertanam arah horizontal pada benda uji SH4 dan SH3 mempunyai nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton mortar dengan posisi agregat batu tertanam arah vertikal pada benda uji SV4 dan SV3. Pada rasio jarak agregat tertanam arah horizontal, SH4 mempunyai nilai kuat tekan lebih tinggi daripada SH3. Sedangkan pada rasio jarak agregat tertanam arah vertikal, SV3 mempunyai nilai kuat tekan lebih tinggi daripada SV4.

ANALISA NUMERIK PEMODELAN BENDA UJI DENGAN SAP2000

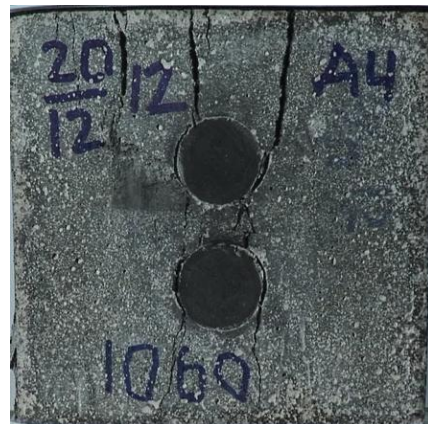
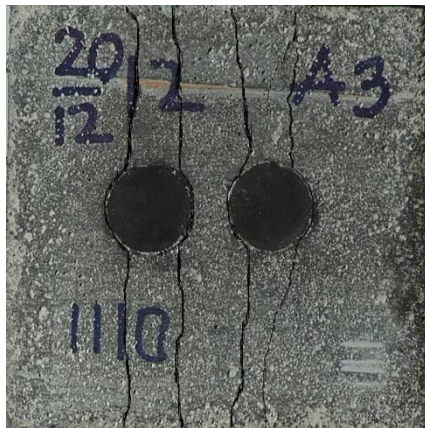
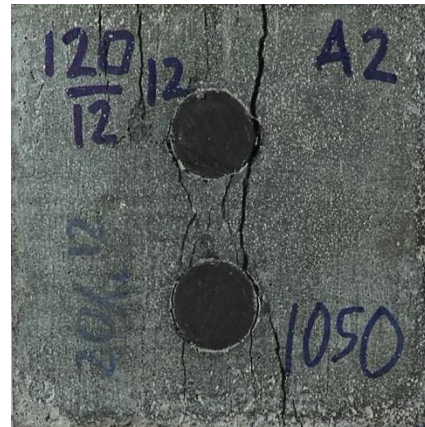
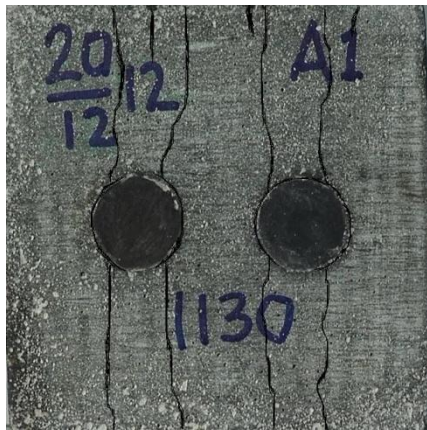
Tabel 3 Tegangan yang terjadi pada permodelan benda uji dengan bantuan program
SAP 2000

No.	Tipe Benda Uji	Tegangan 1-1		Tegangan 3-3	
		Max		Max	
1	SH4	Max	7.379	Max	-34.67
		Min	-8.496	Min	-83.082
2	SH3	Max	7.803	Max	-33.37
		Min	-10.584	Min	-85.17
3	SV4	Max	10.150	Max	-30.81
		Min	-12.271	Min	-85.89
4	SV3	Max	8.707	Max	-32.91
		Min	-10.362	Min	-89.95

Dari tabel 3, dapat diketahui, dari 4 variasi model benda uji, dengan aksi pembebanan yang sama, maka model benda uji SH4 mempunyai tegangan tarik paling kecil dibanding benda uji SH3, SV4, SV3. Sedangkan SV 4 mempunyai tegangan tarik paling besar dibanding benda uji SH4, SH3, SV3. Apabila suatu benda uji beton mortar mempunyai tegangan tarik yang besar, maka beton mortar tersebut akan lebih mudah mengalami keretakan atau mempunyai kuat tekan yang rendah. Dengan tegangan tarik yang paling besar diantara benda uji lainnya, maka benda uji tipe SV4 mengalami retak paling cepat dan mempunyai kekuatan yang paling rendah dibanding benda uji SH4, SH3, SV3. Sedangkan dengan tegangan tarik yang paling kecil diantara benda uji lainnya, maka benda uji tipe SH4 mengalami retak yang paling lambat dan mempunyai kekuatan yang paling tinggi.

Dari hasil pengujian kuat tekan di laboratorium diperoleh data benda uji yang memiliki kekuatan yang paling tinggi adalah SH4. Sedangkan benda uji SV4 mempunyai kekuatan paling rendah. Dari analisa pemodelan benda uji dengan SAP2000 dan hasil pengujian kuat tekan di laboratorium, maka benda uji SH4 mempunyai kekuatan yang paling tinggi dan benda uji SV4 mempunyai kekuatan yang paling rendah.

POLA RETAK



Dari analisa pengamatan pola retak, dapat disimpulkan pola retak yang terjadi secara umum pada 4 variasi tipe benda uji ini adalah pola retak vertikal dari ujung ke ujung (*columnar*) dan retak mengikuti kontur tegangan tekan dan tegak lurus tegangan tarik. Selain itu, retak terjadi di zona kontak antara mortar dan agregat pada seluruh tipe model benda uji.

KESIMPULAN

1. Dengan jarak agregat 4 cm dengan posisi penempatan horizontal (SH4) nilai kuat tekannya lebih tinggi dibandingkan dengan rasio jarak agregat 3 cm dengan posisi horizontal (SH3) dan rasio jarak agregat 4 cm dan 3 cm dengan posisi vertikal (SV4 dan SV3).
2. Pada posisi penempatan agregat horizontal (SH4 dan SH3) lebih tinggi nilai kuat tekannya dibanding posisi penempatan agregat vertikal (SV4 dan SV3).
3. Rasio jarak agregat dan arah posisi agregat berpengaruh terhadap distribusi tegangan yang dihasilkan oleh benda uji beton mortar SH4, SH3, SV4, dan SV3.
4. Mortar memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji SH4, SH3, SV4, SV3. Sedangkan Benda uji SH4, SH3 mempunyai modulus elastisitas lebih tinggi dibanding SV4, SV3.
5. Apabila mortar normal dan material agregat batu dicampur sehingga membentuk benda uji beton mortar, maka kekuatan tekannya akan menurun. Hal ini terjadi karena pengaruh ITZ (*Interfacial Transition Zone*) pada mortar lebih kecil dibanding benda uji beton mortar.

6. Pola retak benda uji terjadi dari ujung atas ke ujung bawah (*columnar*) dan retak mengikuti kontur tegangan tekan dan tegak lurus tegangan tarik

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali, 1999, *Balok dan Pelat Beton Bertulang*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- ASTM C 33/03, 2003. “*Standard Specification for Concrete Aggregates*”, Annual Books of ASTM Standards, USA.
- ASTM C 39/C 39M-05, 2005. “*Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*”, Annual Books of ASTM Standards, USA.
- Buyukozturk, O., Nilson, A.H, dan Slate, F.O., 1971. “*Stress-Strain Response and Fracture of A Concrete Model in Biaxial loading*”. ACI Material Journal.
- Gere, James M., dan Stephen P. Timoshenko, 1997. *Mekanika Bahan Jilid 1*, Erlangga. Jakarta.
- Istimawan, Dipohusodo, 1999, *Struktur Beton Bertulang*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Kupfer, H., Hilsdorf, H.K., dan Rusch, H., 1969. “*Behavior of Concrete Under Biaxial Stresses*” ACI Material Journal.
- Mindess, Sidney, 2003. *Concrete 2nd Edition*. USA : Pearson Education, Inc.
- Mulyono, Tri, 2004, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Mehta, P. Kumar dan Paulo J. M. Monteiro, 1993. *Concrete : Microstructure, Properties, and Materials*. USA : The McGraw-Hill.
- Mordock, L. J. dan Brook, K. M., 1999. *Bahan dan Praktek Beton; diterjemahkan oleh Ir. Stephanus Hendarko*. Jakarta : Erlangga.
- Neville, A.M., 2003. *Properties of Concrete*. Fourth Edition. New Jersey : Prentice Hall.
- Park, R. dan T. Paulay, 1975. “*Reinforced Concrete Structures*”. New Zealand
- PBBI 1971 NI-2, 1971, Bab.3 Pasal 3.3 *Agregat Halus (Pasir)*, Bandung : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Perry, C. dan Gillot, J.E., 1977. “*The Influence of Mortar-Aggregate Bond Strength on The Behaviour of Concrete in Uniaxial Compression*”. ACI Material Journal.
- Tjokrodinuljo, K., 1996, “*Teknologi Beton*”, Nafitri, Yogyakarta.